



## Structure et fonctionnement du Qanat de Sargon (Shiraz, Iran)

Dominique Dumas, Michel Mietton

### ► To cite this version:

Dominique Dumas, Michel Mietton. Structure et fonctionnement du Qanat de Sargon (Shiraz, Iran).  
Bulletin de l'Association de géographes français, 1998, 2 (75), pp.170-178. halshs-00879316

**HAL Id: halshs-00879316**

**<https://shs.hal.science/halshs-00879316>**

Submitted on 2 Nov 2013

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Dominique DUMAS\*, Michel MIETTON\*\*

**STRUCTURE ET FONCTIONNEMENT DU QANAT DE SARGON  
(SHIRAZ-IRAN)**

(STRUCTURE AND HYDROLOGICAL BEHAVIOR OF THE SARGON QANAT (SHIRAZ-IRAN))

**RÉSUMÉ.** – *Cet article présente le qanat de Sargon alimentant en eau potable le village de Kyanabad, situé à environ 10 km au SW de Shiraz. L'étude a été menée à une échelle très locale et sous trois angles différents. Ainsi sont présentées tour à tour les modalités de la construction, les caractéristiques hydrologiques du qanat de Sargon et l'évolution depuis quarante ans de ces systèmes autour du village de Kyanabad. Des mesures morphométriques précises du qanat et des observations environnementales permettent de dégager des hypothèses sur la construction de ces systèmes traditionnels situés dans la zone plissée du Zagros. La description des caractéristiques hydrologiques du qanat de Sargon montre l'efficacité de ces aménagements. Le climat semi-aride de la région reste la cause première de la création de ces qanat ainsi que celle de leur pérennité. Cependant, la comparaison à trois dates différentes de ces aménagements autour du village de Kyanabad illustre bien leur disparition brutale au cours de ces dernières décennies.*

**Mots-clés:** qanat, hydrologie, semi-aride, irrigation, Shiraz, Zagros, Iran.

**ABSTRACT.** – *This article presents the Sargon qanat providing drinkable water to Kyanabad village which is located at about 10 kilometres SW of Shiraz. The study was conducted at a local scale on three different perspectives. Construction modalities, hydrological characteristics of the Sargon qanat and the forty-year systems evolution are presented. Morphological measurements of the qanat and environmental observations allow to raise new hypothesis on the construction of these local systems found in the fold zone of the Zagros. The description of the hydrological characteristics of the Sargon qanat shows the efficiency of these traditional management schemes. The semi-arid climate of this region is the main cause of these qanat and of their long duration. However the comparison at three different dates of these management schemes around Kyanabad village show very well their sudden disappearance during the last decades.*

**Key words:** qanat, hydrology, semi-arid, irrigation, Shiraz, Zagros, Iran.

\* Doctorant au C.E.R.E.G., U.F.R. de Géographie de Strasbourg.

\*\* Professeur de Géographie à l'Université Louis Pasteur de Strasbourg.

La région de Shiraz possède de nombreuses «galeries drainantes souterraines» encore fonctionnelles de nos jours. Connus depuis 800 ans av. J.-C. sur le piémont sud du Zagros d'où elles seraient originaires (Cressey, 1958; Planhol, 1970 et 1992), elles auraient été construites initialement pour extraire l'eau des galeries minières (Goblot, 1979; Planhol 1992). Ces aménagements traditionnels portent en Iran le nom de «qanat», mais on les retrouve dans de nombreux pays sous des appellations différentes (Cressey, 1958); karez, kariz, kakoriz... (Moyen-Orient et Asie); foggara, mayon, iffeli, rhattara (Afrique du Nord); falaj, aflaj, felledj (Arabie). Il n'en reste pas moins que c'est en Iran que l'on retrouve la plus grande densité de galeries drainantes avec plus de 40000 qanat. Elles assureraient l'alimentation en eau de 20 à 25 % des superficies irriguées du pays (Balland, 1992), soit plus d'un million d'hectares. Selon Goblot (1979), ces aménagements seraient même à l'origine de la fondation de nombreuses villes comme Téhéran, Hamadan, Kerman, Qazvin, Yazd, Shiraz.

Dans la région de Shiraz, la plupart de ces galeries ont été creusées au sud du lac de Maharlou. Cependant, quelques-unes subsistent sur le piémont Est du massif de Sabz Poshan. L'étude porte sur le qanat de Sargon situé au nord-est de ce massif, à une dizaine de kilomètres de Shiraz, et a été menée à une échelle très locale, en nous appuyant sur des données morphométriques et hydrologiques.

### 1. Le qanat : un système jadis indispensable à l'agriculture

Le principe de fonctionnement de ces systèmes d'irrigation est aujourd'hui bien connu et décrit dans de nombreux ouvrages (Cressey, 1958; Planhol, Rognon, 1970; Beaumont, 1971 et 1974; Goblot, 1962 et 1979; Hartl, 1979; Ehlers, 1980; Safi-Nezad, 1992; Balland, 1992; Bisson, 1992; Planhol, 1992). Il s'agit d'une galerie subhorizontale, qui par une pente très faible, d'environ 1% sur le qanat de Sargon, draine l'eau d'une nappe perchée située dans une roche aquifère. La construction de ce système par des *moqanni*, spécialistes des qanat, nécessite la création de loin en loin de conduits verticaux pour accéder au conduit souterrain lors du creusement afin d'évacuer les déblais et plus tard pour le curer. Ils permettraient aussi de «ventiler le conduit souterrain et d'éviter ainsi des effondrements» (Bisson, 1992). Ces événements sont la seule partie visible de cette construction. L'ensemble des déblais étant déposé directement sur le pourtour de l'orifice, il joue ainsi le rôle de signalisation des puits et de garde-fou, mais aussi et surtout protège la partie des événements la plus sensible à l'effondrement. En effet, sur certains événements, les orifices sont renforcés par un petit muret circulaire en pierres; le cône de déblais étant alors nettement moins volumineux, voire inexistant, ce qui les rend alors plus difficilement repérables sur des photographies aériennes.

L'eau est amenée par gravité d'une zone de piémont à une zone plus basse, domaine des cultures maraîchères. L'intérêt de ce système est donc double: non seulement les utilisateurs suppriment ainsi l'opération longue et physiquement difficile du puisage – on qualifie d'ailleurs pour

cela les qanat « d'irrigation paresseuse » - mais aussi le transport de l'eau entre une zone d'extraction où l'eau est accessible (le piémont d'un massif) et une zone de culture (la plaine). Dans une région comme celle de Shiraz, recevant en moyenne 400 mm de pluie par an, dont plus de 60% en hiver (Atlas Climatique d'Iran, 1965), la pluie utile à l'agriculture est d'environ 160 mm et l'irrigation est donc indispensable à la mise en culture de ces espaces.

## 2. La construction du qanat de Sargon

La littérature est abondante pour décrire la mise en oeuvre et les modalités précises de construction et de fonctionnement des qanat (Safi-Nezad, 1992). Mais les nuances et les diversités régionales, voire locales, sont encore loin d'avoir été recueillies dans des monographies traitant ce sujet, il est vrai très vaste. Le qanat de Sargon est très probablement représentatif de ces aménagements dans le Zagros, du moins dans sa partie plissée.

Il se situe sur le piémont, entre le massif calcaire de Sabz Poshan et la plaine de Shiraz. Il comporte une vingtaine d'évents et sa longueur totale est proche d'un kilomètre. Sa partie la plus en aval a été détruite par un ravinement important. On y observe encore cependant les traces des anciens puits.

La coupe du qanat de Sargon (fig. 1) permet de replacer ce système dans son milieu naturel et de dégager des hypothèses sur sa construction. La section captante est sur cet aménagement extrêmement réduite. Elle représente en quelque sorte une ouverture artificielle sur le contact d'une roche perméable, jouant le rôle d'aquifère, et d'une roche imperméable. Sur le qanat de Sargon, et probablement dans toute cette région de piémont du Zagros, ce ne sont pas plusieurs conduits verticaux qui recoupent la nappe, à l'inverse de ce qui est généralement décrit dans d'autres régions (Planhol, 1970; Bisson, 1992; Safi-Nezad, 1992...). Ici, seul le puits de tête est susceptible d'atteindre la nappe.

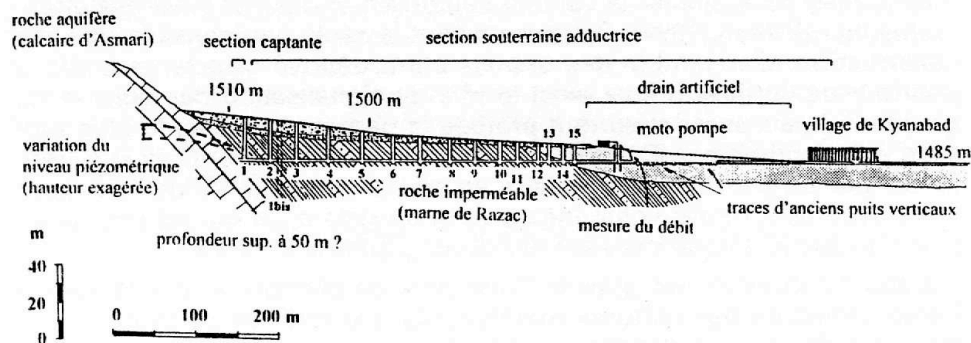


Fig. 1. Coupe du qanat de Sargon selon l'axe d'écoulement de l'eau.

Tableau 1. – Mesures du qanat de Sargon.

N° puits	Distance	Diamètre du puits	Profondeur
1 bis			
1		1,1	> 50 23,5
2	25		
3	27		
4	32	1,0	19,9
5	32	1,9	17,0
6	31		
7	30	2,0	13,6
8	30		
9	25	5,1	11,5
10	16		11,5
11	15	1,0	10,7
12	10		
13	12		
14	9		
15	9		9,0 8,6
anciens puits dans la ravine 4-5 m			

Les différences entre les qanat seraient simplement d'ordre structural et lithologique. Le qanat de Sargon draine une nappe d'eau karstique alors que les systèmes décrits drainent le plus souvent un aquifère piégé dans un milieu poreux (type grès) où alors, les parois du drain « apparaissent constellées de gouttelettes qui sortent de la roche et s'égouttent dans une rigole centrale... » (Bisson, 1992).

Les différentes mesures morphométriques du qanat de Sargon regroupées sur le tableau 1 et la figure 1 montrent que la distance entre les événements est étroitement liée au substratum traversé. Ainsi, lorsque ces événements sont creusés dans les marnes miocènes de la formation dite de « Razac », la distance varie entre 25 et 30 mètres. Ces puits sont creusés à environ 10-15 mètres d'intervalle lorsqu'ils traversent à la fois les alluvions lacustres et les marnes. Enfin, juste en amont du village, lorsqu'ils sont franchement creusés dans les alluvions lacustres, la distance entre les puits oscille alors entre 4 et 5 mètres.

Dans cette partie aval du système, la distance séparant les puits les uns des autres n'est sans doute pas le fruit du hasard mais la conséquence de modalités de constructions différentes, comme la figure 2 tente de l'illustrer. L'observation dans la ravine, en aval du système, de traces circulaires d'an-

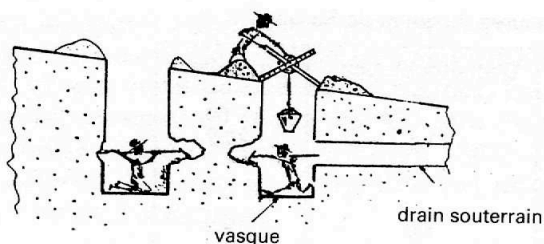


Fig. 2. Creusement de la partie aval du qanat.

ciens puits recoupant la galerie conduit à faire l'hypothèse de l'existence de « vasques » à la base de ces puits. Ainsi, ce surcreusement permettait, lors des travaux, de dégager un espace suffisant pour que le maçon puisse creuser le conduit souterrain à partir de la base du puits. Le risque d'effondrement de la galerie

souterraine sur le maçon, nettement plus élevé dans cette partie aval puisque l'épaisseur traversée y était plus faible, était ainsi limité. De plus, l'évacuation des déblais était du même coup facilitée. Le creusement de la galerie subhorizontale pourrait alors avoir été fait avec l'aide d'un outil en forme de pic long de 2 à 3 mètres. On peut aussi imaginer que ces vasques étaient aussi, voire uniquement, prévues afin de piéger les sédiments transportés par l'eau. Les *moqanni* créaient un chapelet de vasques où l'eau pouvait se décanter; ils diminuaient ainsi la fréquence des curages et surtout localisaient ce travail de curage exclusivement en bas des puits.

On peut donc imaginer à la lumière de la coupe du qanat (fig. 1) et de ces différentes observations que la construction du qanat de Sargon – et peut-être des qanat situés dans la zone plissée du Zagros – a été conduite en plusieurs étapes. En premier lieu, il est clair que les *moqanni*, avant d'entreprendre le creusement d'un qanat comme celui de Sargon, tiraient parti d'observations du milieu naturel et notamment relevaient l'existence de sources karstiques vauclusiennes, comme celle de Pirbanou, située à une dizaine de kilomètres plus au sud. La présence d'un puits (1bis – fig. 1) dont la profondeur dépasse 50 m illustrerait les aléas de la recherche d'un aquifère. Ce dernier ayant été creusé trop loin de la couche calcaire pour atteindre la nappe, les maçons auraient alors creusé, avec succès, un second puits de tête plus proche du massif.

Dans un second temps, sur une année ou plus, les maçons pouvaient suivre les variations du toit de la nappe et repérer l'altitude minimale atteinte par celle-ci. Ensuite seulement, connaissant la position la plus basse de la nappe, les maçons étaient amenés à caler précisément l'altitude de la galerie souterraine et placer, en aval, la sortie du système. La construction du système s'effectuait ensuite dans le sens aval-amont jusqu'à rejoindre le puits de tête.

### 3. Le régime hydrologique du qanat de Sargon

Les variations au cours du temps du débit du qanat de Sargon sont représentées sur la figure 3 communément appelée graphique en « boîtes à moustaches » et sur lequel nous avons placé la courbe des débits moyens mensuels (données du Ministère de l'Énergie: Centre de Recherche sur le Karst à Shiraz). Le graphique synthétise trois années de mesures; de novembre 1987 à octobre 1990, un jaugeage a été fait chaque mois. Le débit moyen calculé sur ces trois années est de 118,6 litres/seconde. Sur cette période, la



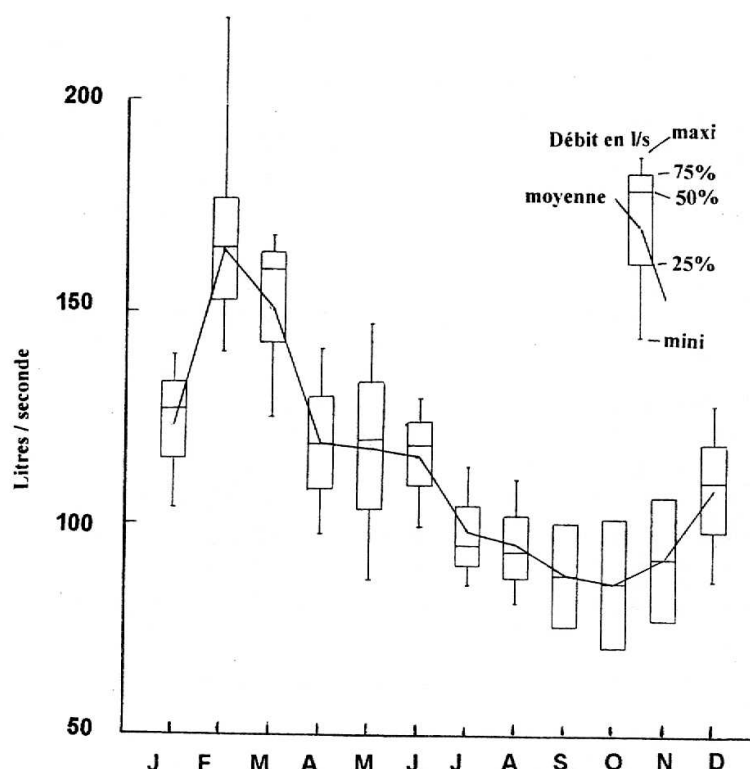


Fig. 3. Débit du qanat de Sargon; régime saisonnier (nov. 87 - oct. 90).

médiane est de 114,9 l/s. Le débit est au plus bas en octobre et culmine en février; le minimum enregistré étant de 69 l/s (le 21/10/89), le maximum de 221 l/s (le 06/02/88).

Le graphique en « boîtes à moustaches » montre les trois quartiles: 25, 50 et 75%. On visualise rapidement une année moyenne ainsi que la variabilité interannuelle des débits; cette dernière devant être considérée avec prudence du fait du petit nombre d'années de mesures. Il apparaît une plus grande stabilité des débits en juin-juillet-août, pour lesquels les quartiles supérieurs et inférieurs sont alors très proches. Cette plus grande régularité des débits pourrait compenser leur diminution durant cette période estivale cruciale pour l'agriculture.

Avec un débit moyen annuel de 118 l/s, soit plus de 7 m<sup>3</sup>/min, le qanat de Sargon offre un débit moyen deux fois plus faible que celui de la source naturelle de Pirbanou (230 l/s) située à une dizaine de kilomètre plus au sud. Cependant, pour ce type d'aménagement, le qanat de Sargon offre un rendement très au-dessus de la moyenne des qanat iraniens. Ainsi, d'après Goblot (1979), le débit moyen des qanat en Iran serait de l'ordre de 15 l/s et d'après Cressey de 30 l/s.

On obtient aussi une valeur très élevée si l'on utilise le « débit spécifique » tel qu'il est défini par D. Balland comme le rapport du module annuel par la

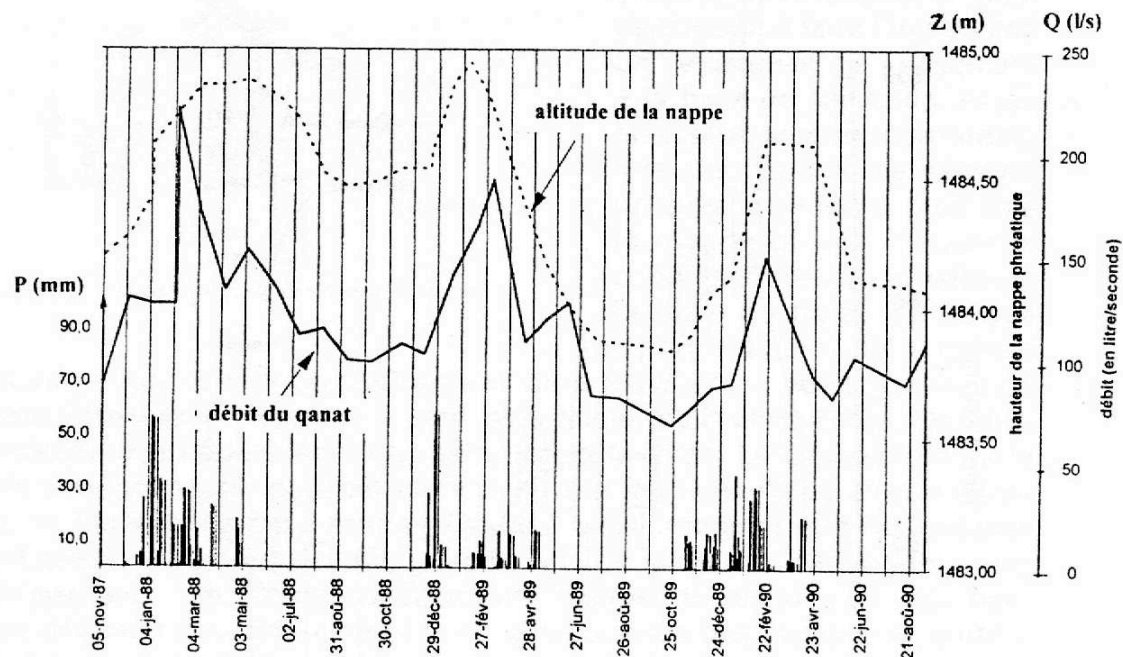


Fig. 4. Débit du qanat de Sargon, altitude de la nappe et précipitations journalières.

longueur du qanat. Ce ratio permet en effet de rendre compte de la productivité de la construction. Le qanat de Sargon affiche une valeur de 130 l/s/km, qui est, au vu des différents « débits spécifiques » synthétisés par l'auteur (Balland, 1992), extrêmement élevée à l'échelle mondiale ou même à l'échelle de l'Iran où elle varie généralement autour de 3 l/s/km.

Ce ratio élevé du qanat de Sargon s'explique à la fois par la faible longueur de la galerie subhorizontale, alors qu'en Iran elle est en moyenne de 4 km (Cressey, 1958; Balland, 1992) et par le fait que ce système draine une nappe située dans un milieu karstique fortement fissuré par une tectonique récente. Ces nombreuses fissures ont été élargies par la dissolution jusqu'à former de véritables chenaux dont la conductivité hydraulique est nettement plus élevée que dans les aquifères à porosité d'interstices.

Les variations de la nappe sont appréciées tous les 30 jours sur un piézomètre placé dans les calcaires d'Asmari près de la source de Pirbanou (données du Ministère de l'Energie: Centre de Recherche sur le Karst à Shiraz). Ces données, au nombre de 33, s'échelonnent du 5/10/87 au 9/9/90. Nous avons tenté de mettre en relation les variations de débit avec les fluctuations de la nappe à Pirbanou ainsi qu'avec les précipitations journalières mesurées à l'aéroport de Shiraz (situé à 15 km environ). Ces relations sont évidemment à considérer avec beaucoup de prudence du fait des distances entre les sites de mesures et du fait que les précipitations journalières sont confrontées à des données hydrométriques mensuelles, basées en fait sur une seule mesure dans le mois. Nous avons placé sur la figure 4 ces trois mesures. On constate une très bonne similitude entre la courbe du débit du qanat de



Sargon et celle du toit de la nappe. Néanmoins, il apparaît une variabilité plus importante des débits avec la présence de petites crues totalement absentes dans les fluctuations de la nappe. Les débits ont un coefficient de variation nettement plus élevé ( $C.V. = 0,296$ ) que les hauteurs piézométriques ( $C.V. = 0,0001$ ). Ces variations brutales et courtes s'expliquent probablement par une relation, avec un effet retard plus ou moins marqué, entre les précipitations et ces débits.

#### 4. L'évolution des qanat autour du village de Kyanabad

Avec une saison sèche aussi longue et des précipitations très faibles, on comprend pourquoi certains de ces aménagements existent encore de nos jours dans ces régions subarides. Cependant, de nombreux qanat ont aujourd'hui disparu. Ainsi, autour du village de Kyanabad, des observations à trois dates différentes (1956, 1964 et 1995) montrent clairement cette évolution :

- D'une part, les événements ont été repérés sur des prises de vues aériennes réalisées en 1956. Toutefois, il n'a pas été possible de distinguer, à partir de ce type de document, les événements fonctionnels à cette date de ceux qui ne l'étaient déjà plus. On peut cependant remarquer qu'un qanat détruit est très rapidement gommé du paysage probablement par les paysans qui épandent la terre relativement fertile des cônes de déblais.

- D'autre part, le Ministère de l'Energie a, au début des années soixante, entamé une grande campagne de mesures hydrologiques et une carte des qanat a été dressée en 1964 dans la région de Shiraz.

- Enfin, nos observations de terrains en 1994 puis en 1995 ont permis le recensement précis des derniers événements fonctionnels ou non.

Nous avons recensé (tabl. 2), pour ces trois dates, le nombre d'événements et la somme des longueurs de drains associés.

Tableau 2. – Recensement des événements.

Nombre d'événements		Longueur totale des drains
1956	141	2,55 km
1964	101	1,81 km
1995	17	0,91 km

La disparition des qanat de cette région semble donc relativement récente. On passe ainsi en quarante ans d'environ 2,55 km de drains souterrains à 910 m avec le qanat de Sargon, seul « survivant ». On remarque néanmoins sur cet aménagement, aux abords de la route, de nom-

breux puits en voie d'effondrement et dont les paysans ont souvent doublé l'événement afin de pouvoir de nouveau accéder au drain souterrain.

#### Conclusion

Cette évolution n'est peut-être pour autant pas irréversible. Depuis peu, une politique de curage et de creusement des qanat en Iran serait à nou-

veau envisagée (communication orale de Rémy Boucharlat, Directeur de l'Institut Français de Recherche en Iran).

Le maintien de ces systèmes hydrauliques ne passe pas forcément par un intérêt de préservation d'anciennes techniques mais surtout par un souci économique; l'eau arrive gratuitement et l'on évite un forage toujours très coûteux. Une relative adaptation de ces anciens systèmes aux techniques modernes de pompage permet de les pérenniser. Ainsi, au nord du village de Kyanabad, tous les événements des qanat ont certes disparu mais une moto pompe a été placée sur un puits de tête de qanat. On a associé à cette pompe un ensemble de tuyaux en «p.v.c.» flexibles qui permettent de diriger facilement l'eau d'une parcelle à une autre. De même en aval du qanat de Sargon où un système de puisage à balancier donnant sur le drain souterrain et permettant un premier partage de l'eau a été remplacé aujourd'hui par une pompe motorisée qui a facilité le puisage et probablement permis de pérenniser cette ancien aménagement.

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ATLAS CLIMATIQUE DE L'IRAN, 1965. – Université de Téhéran.
- BALLAND, D., 1992. – La place des galeries drainantes souterraines dans la géographie de l'irrigation en Afghanistan. in *Les eaux cachées; études géographiques sur les galeries drainantes souterraines*. Sous la direction de Balland D., Université de Paris Sorbonne, pp. 97-121.
- BEAUMONT, P., 1971. – Qanat systems in Iran. *Bull Intern. Ass. Sc. Hydr.*, 16-1, pp. 169-179.
- BEAUMONT, P., 1974. – Water Resource Development in Iran. *The Geographical Journal*, vol. 140, part. 3, pp. 418-431.
- BISSON, J., 1992. – Les foggara du Sahara algérien: déclin ou renouveau. in *Les eaux cachées; études géographiques sur les galeries drainantes souterraines*. Sous la direction de Balland D., Université de Paris Sorbonne, pp. 7-26.
- BONINE, M.E., 1982. – From qanat to kort: traditional irrigation terminology and practices in central Iran. *Journal of the British Institut of Persia Studies*, vol. XX, pp. 145-160.
- CRESSEY, G.B., 1958. – *Qanats, Karez, and Foggaras*. *Geographical Review*. The American Geographical Society of New York, pp. 27-44.
- EHLERS, E., 1980. – *Iran; Grundzüge einer geographischen Landeskunde*. Darmstadt, Wissenschaftliche Landeskunden, 18 p.
- GOBLOT, H., 1962. – Le problème de l'eau en Iran. *Orient* n°23, 3ème trim., 6ème année. 14 p.
- GOBLOT, H., 1979. – *Les qanats, une technique d'acquisition de l'eau*. Paris-La Haye, 240 p.
- HARTL, M., 1979. – *Das Najafabadtal. Geographische Untersuchung einer Kanatlandschaft im Zagrosgebirge (Iran)*, Ratisbonne, Regensburger Geographische Schriften, 12 p.
- PLANHOL, X. et ROGNON, P., 1970. – *Les zones tropicales arides et subtropicales*. Collection U. Série Géographie. Librairie Armand Colin, 487 p.
- PLANHOL, X., 1992. – Les galeries drainantes souterraines: quelques problèmes généraux. in *Les eaux cachées; études géographiques sur les galeries drainantes souterraines*. Sous la direction de Balland D., Université de Paris Sorbonne, pp. 128-143.
- SAFI-NEZAD, J., 1992. – De la pierre à l'eau; nouvelles observations sur les qanat d'Iran. in *Les eaux cachées; études géographiques sur les galeries drainantes souterraines*. Sous la direction de Balland D., Université de Paris Sorbonne, pp. 57-78.